Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten Bonn.
Direktor: Prof. Dr. med. Proell.

Die modernen Sterilisationsverfahren für große und kleine zahnärztliche Instrumente.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

vorgelegt am 8. Juli 1936

von

Norbert Ringling,
Zahnarzt
aus Köln.

Druck von H. Trapp, Bonn, Stiftsgasse 11 / 1936.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.

Referent: Prof. Dr. Proell.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Einleitung:

„Die Oberfläche der gesamten Umwelt aller Lebewesen und Gegenstände ist mit unzähligen Keimen bevölkert, deren Eindringen in Wunden eine Wundinfektion hervorrufen kann. Ohne Anwesenheit derartiger Keime, die nur ausnahmsweise auf dem Blutwege eingeschleppt werden, kann eine Wundinfektion nicht zustande kommen."

Schon bevor es eine Bakteriologie gab, war der Begriff der Antiseptik nichts Neues mehr. Er ist für alle Zeiten mit den Namen von Semmelweis, Pasteur und Lister verknüpft. Während Semmelweis bei der Suche nach einem Mittel zur Zerstörung der „Kadaverteilchen" den Chlorkalk als geeignet fand, führte Lister 1867 das Carbol in die Chirurgie ein. Er stellte sich die Aufgabe, alles, was mit der Wunde in Berührung kommt, auch die Luft, von den vermuteten „Fermenten" zu säubern. Mit 5%iger Carbolsäure wurden Haut, Hände, Instrumente und Verbandstoffe desinfiziert und die Luft mit 2½iger Carbollösung mit Hilfe von Zerstäubungsapparaten gesäubert.

Die Erfahrungen, die man aber mit diesen Mitteln machte, bewiesen, daß sowohl Semmelweis wie Lister die Wirkung der von ihnen angegebenen Antiseptika stark überschätzt hatten. Die Schädigung, die besonders das Carbol bei Patienten und Operateur hervorrief, die relativ geringe Tiefenwirkung, welche es auf bereits eingedrungene Keime entfalten konnte, ließen nach besseren Mitteln suchen, vor allem danach, überhaupt die Keime von allem abzuhalten, was mit der Wunde in Berührung kam. Deshalb wurde allmählich die Anwendung chemischer Mittel — die Antiseptik — verlassen und etwa um 1886 durch physikalische Mittel — die Aseptik — ersetzt. Nicht mehr Carbol, das das Gewebe schädigte und die Wundheilung verzögerte, sondern strömender Wasserdampf, kochendes Wasser und trockene Hitze wurden angewandt.

Das Bestreben ging allgemein dahin, nicht die Keime, die in die Wunde eingedrungen waren durch chemische Stoffe ab-

zutöten, sondern die Krankheitserreger von der Wunde fernzuhalten. Aus der Antiseptik wurde die Aseptik. Um ihre Einführung haben sich besonders bemüht: E. v. Bergmann, v. Esmarch, Landerer, Neuber und Schimmelbusch. Die Aseptik hat sich in der Chirurgie hervorragend bewährt. Aber trotzdem lassen sich die antiseptischen Mittel in der Zahnheilkunde nicht ganz entbehren.

Für die bisher bekannten chemo-therapeutischen Mittel, die bakterizide Wirkungen entfalten, ist eines sicher, daß sie — mit ganz geringen Ausnahmen z. B. Rivanol — auch gewebsschädigend wirken. Dieser Nachteil der chemo-therapeutischen Antiseptik wird sich auch in Zukunft nicht ganz beseitigen lassen. Bei der Entstehungsursache von Wundinfektionen hat man zu unterscheiden zwischen Luftinfektion und Kontaktinfektion. Die Luftinfektion spielt im allgemeinen eine untergeordnete Rolle. Die pathogenen Luftkeime sind gewöhnlich nicht sehr zahlreich wenigstens bei der modernen Hygiene des Operationssaales. Viel wichtiger ist die Kontaktinfektion der Operationswunde. Sie kann erfolgen durch Instrumente und Verbandstoffe, durch Naht- und Unterbindungsmaterial, durch die Hände des Operateurs und von der Haut des Patienten aus. Es ist daher ungemein wichtig, daß gerade diese Gefahrenquellen, soweit es irgend möglich ist, ausgeschaltet werden.

Die Kunst der Asepsis besteht darin, einen operativen Eingriff so durchzuführen, daß keine Infektionserreger in die Wunde gelangen können, oder daß wenigstens Keime in keiner nennenswerten Menge oder nicht von erheblicher Virulenz in das Operationsgebiet verschleppt werden. Soll also die Wunde keimfrei bleiben, so müssen wir vorher alle Dinge, die mit ihr in Berührung kommen, von Keimen befreien.

Leider können wir aber nicht dieser unumgänglichen Forderung bis zum Letzten genügen. Denn nur das, was einer physikalischen Sterilisation unterzogen werden kann, wird wirklich steril. Bei der Haut des Operationsfeldes, bei den Händen des Arztes, bei manchen Instrumenten müssen wir uns mit einer Keimverarmung und einer Abschwächung der Virulenz der Bakterien durch chemische Stoffe begnügen. Da die physikalische Sterilisation bei weitem die chemische Desinfektion an Sicherheit

übertrifft, müssen wir bestrebt sein, überall, wo es nur irgend möglich ist, diese Methode durchzuführen. In Folgendem soll nun ein Überblick gegeben werden über die modernen Methoden zur vollständigen Entkeimung der zahnärztlichen Instrumente. Es ist die höchste Pflicht des Arztes, den Patienten, der sich ihm anvertraut, vor Infektionen zu schützen; denn die Übertragungsmöglichkeit von infektiösen Keimen von Mund zu Mund mittels der Instrumente ist gerade für den Zahnarzt sehr groß. Die Durchführung der Asepsis in der zahnärztlichen Praxis ergab jedoch recht beachtliche Schwierigkeiten, so daß eine große Zahl der Zahnärzte sich auf den Standpunkt stellte, es sei zwecklos und auch unmöglich, die Behandlung nach aseptischen Grundsätzen auszuführen. Wenn es sich bei der Mundhöhle auch um ein stets infiziertes Gebiet handelt, so muß doch unbedingt im Interesse des Patienten die Forderung aufgestellt werden, daß nach jeder Behandlung das benutzte Instrumentarium, zu dem auch der Instrumententisch und gewisse Bohrmaschinenteile, kurz alles, was während der Behandlung gebraucht wird, gehört, sterilisiert wird. Die Übertragung pathogener Keime aus der Mundhöhle eines Menschen in die eines anderen darf nicht zu leicht angesehen werden. Es sind zahlreiche Fälle bekannt, wo durch diese Unvorsichtigkeit schwerste Infektionen hervorgerufen worden sind: Tuberkulose, Diphtherie und Lues, um nur einige zu nennen, wurden auf diese Weise übertragen. Es ist also eine unabweisbare Pflicht eines verantwortungsbewußten Zahnarztes, alle Instrumente nach jeder Behandlung zu sterilisieren. Hierzu stehen im drei Wege zur Verfügung: Die chemische Desinfektion und die physikalische Sterilisation oder eine Kombination der beiden.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es nun, festzustellen, welche Sterilisationsverfahren für die zahnärztlichen Instrumente in Frage kommen, und welche Einwirkungsdauer bis zur Erreichung der Sterilität nötig sei. Aus diesem Grunde wurden die heutigen Sterilisationsmöglichkeiten durchgeprüft und die Zeiten, die zur Erlangung keimfreier Instrumente benötigt wurden, festgelegt.

Im Folgenden wurde dieser Weg eingeschlagen. Der Verfasser hat die in Frage kommende Literatur (Lehrbücher, Zeitschriften und Dissertationen) der letzten 10 Jahre durchgesehen, und das, was dort über die Sterilisation zahnärztlicher Instrumente geschrieben worden ist, zusammengestellt. Er hat dann die dort gemachten Angaben durch eigene Experimente nachgeprüft. Über die Anordnung der Versuche mögen einige kurze Angaben gestattet sein.

Für meine Versuche wurden als Versuchsobjekte zahnärztliche Bohrer benutzt, die mit verschiedenen Keimen künstlich infiziert wurden, um hiernach den einzelnen Sterilisationsverfahren ausgesetzt zu werden. Ich legte besonders großen Wert auf möglichst resistente Bakterienarten und benutzte für die Impfung als Testobjekte Staphylokokken, Bakterium coli und als Vertreter der Sporenbildner die Heubazillen. Bei den Versuchen wurden auch Sporen verwendet; denn wir wollten ja eine Sterilisation der Instrumente, d. h. eine Abtötung selbst der resistentesten Mikroorganismen erreichen, ganz abgesehen davon, ob derartige Bakterien praktisch in der Mundhöhle des Menschen vorkommen oder nicht. Neben dem künstlich infizierten Material wurden in weiteren Untersuchungen auch gezahnte Nervnadeln und Bohrer, die durch Ausbohren gangränöser Zähne infiziert worden waren, in die Prüfungen einbezogen. Die als Keimträger dienenden Bohrer wurden zunächst durch Abflammen sterilisiert, um die Gewähr zu haben, daß sich an ihnen nur die zu prüfenden Bakterien befinden und dann in sterile Petrischalen gelegt. Die Instrumente wurden, nachdem sie einwandfrei entkeimt waren, mit dem von den Reinkulturen stammenden Material künstlich beimpft und dann zum Antrocknen der Versuchskeime eine Stunde lang in sterilen Petrischalen aufbewahrt. Die Beimpfung der Bohrer ging so vor sich, daß sie über Agar-Kulturen gerollt wurden; auf diese Weise gelangten oft Spuren des Nährbodens mit auf das Instrument, hüllten die Keime ein und schützten sie vor der Einwirkung der Sterilisationsmittel. Diese Abstrichmethode kommt den Verhältnissen, wie wir sie in der Praxis haben, am nächsten; denn bei

der Behandlung eines Patienten infizieren wir unsere Instrumente ja auch nicht nur mit Keimen, sondern meist hüllt Blut, Speichel oder Detritus die Erreger ein und erhält sie so eine Zeitlang infektionsfähig. Die Bohrer wurden mit einer Pinzette angefaßt, die stets durch Abflammen neu sterilisiert wurde. Die infizierten Bohrer, welche einem Sterilisationsprozeß unterzogen worden waren, wurden in Röhrchen mit Traubenzuckerbouillon gebracht, die im Brutschrank für 48 Stunden auf 37° C gehalten wurden. Hierdurch sollte nämlich festgestellt werden, ob durch das Entkeimungsverfahren wirklich alle Bakterien abgetötet seien, oder ob bestimmte Arten dieser Einwirkung widerstehen konnten. Blieb die Traubenzuckerbouillon klar, so waren keine entwicklungsfähigen Keime mehr vorhanden; trat aber eine Trübung ein, war das noch lange kein Beweis dafür, daß nun nach der Sterilisation ein Bakterienwachstum stattgefunden hatte. Es konnten zweierlei Ursachen für diese Trübung in Betracht kommen. Einmal nicht abgetötete Keime, zum anderen Metallniederschläge. Um also Klarheit darüber zu erhalten, was in dem betreffenden Falle die Ursache der Trübung ist — ob es sich wirklich um Bakterienwachstum oder um sonstige harmlose Gründe handelt — wurden von den Bouillonröhren Ausstriche auf feste Nährböden gemacht. Diese Nährböden wurden wiederum für 24 Stunden im Brutschrank bei 37° C bebrütet; zeigte sich nach dieser Zeit Bakterienwachstum, so konnte mit Gewißheit der Rückschluß gezogen werden, daß nach der Sterilisation der betreffende Bohrer noch entwicklungsfähige Keime enthalten hatte. Alle Versuche wurden doppelt ausgeführt. Fielen die Ergebnisse verschieden aus, wurde das schlechtere Ergebnis in die Tabelle eingetragen. Zum Schluß der Betrachtung über meine Versuchsanordnung sei noch erwähnt, daß als Kontrolle für die erfolgte Infektion je ein Bohrer ohne vorherige Sterilisation in die Nähr-Bouillonröhrchen gebracht wurde, um dann auch wie die anderen bei 37° C bebrütet zu werden. Die Ergebnisse der verschiedenen Sterilisationsverfahren werden im Verlauf der Arbeit wiedergegeben und zum Schluß in Tabellenform zusammengefaßt.

Meine Versuche machte ich im hygienischen Institut der Universität Bonn. An dieser Stelle sei es mir gestattet, Herrn

Dr. Weiland für die liebenswürdige Bereitwilligkeit meinen herzlichsten Dank zu sagen, mit der er meine Untersuchungen mit Rat und Tat unterstützte.

Die modernen Sterilisationsverfahren.

Bei der Sterilisation von ärztlichen und zahnärztlichen Instrumenten kommen heute fast ausschließlich nur noch die Verfahren mit feuchter und trockener Hitze in Betracht. Bei der feuchten Hitze unterscheidet man das Auskochen in Wasser und die Sterilisation durch Dampf, während bei der trockenen Hitze das Abflammen und die Heißluftsterilisation gemeint sind. Der größte Teil des zahnärztlichen Instrumentariums kann der einfachsten Methode der physikalischen Sterilisation, nämlich dem Auskochen mit Wasser, unterworfen werden. Dem gegenüber stehen aber die Instrumente, bei denen diese Art der Entkeimung versagt, da durch das Kochen eine schwere Schädigung, ja sogar eine Unbrauchbarkeit eintreten würde. Es sind das die Hand- und Winkelstücke, die schneidenden Instrumente wie Messer, Excavatoren, Bohrer und Nervnadeln.

Die Sterilisation durch kochendes Wasser.

Seit den Anfängen der Asepsis gilt das Auskochen der Instrumente in Wasser als eines der besten Mittel, um sie keimfrei zu machen. Das überwiegend geübte Kochen in 1—3%iger Soda-Lösung hat sich in der Praxis gut bewährt und wird auch heute noch fast ausschließlich in der zahnärztlichen Praxis angewandt. Die Sterilisation erfolgt in den nach den Angaben von Schimmelbusch gebauten Apparaten. Das Verfahren mit kochendem Wasser zeigte nach Schimmelbusch's Versuchen, daß Eiterkokken in wenigen Sekunden, die viel widerstandsfähigeren Milzbrandsporen in 2 Minuten getötet werden. Deshalb glaubte er, daß ein Auskochen während 5 Minuten hinreichend sei, um allen Ansprüchen zu genügen. Spätere Untersuchungen ergaben jedoch, daß die in der Natur vorkommenden Milzbrandsporen und die Sporen vieler pathogener Anaerobier, z. B. Tetanus-, Gasbrand- und Rauschbrandbazillus, eine bedeutend größere Widerstandskraft besitzen, als die Bakterien, die von Schimmel-

busch zur Prüfung benutzt wurden. Eine vollkommene Keimfreiheit d. h. eine Sterilisation ist auch durch Verlängerung der Kochzeit auf 15—20 Minuten, ja bis zu 30 Minuten nicht zu erreichen. Es drängt sich nun die Frage auf, ob und in welchem Umfange die jetzt übliche Sterilisierung der Instrumente durch Auskochen überhaupt ihr Ziel erreicht. Alle Angaben, die wir aus der Bakteriologie entnehmen, stimmen darin überein, daß die eigentlichen Eitererreger — Staphylokokken — wie alle Wuchsformen der Bakterien, dabei sicher vernichtet werden, ohne daß die Erdsporen zugrunde gehen. Das wäre aber keine Sterilisation, sondern eine Desinfektion. Die experimenbakteriologische Forschung gibt folgende Auskunft: „Die sichere Tötung des Tetanuskeimes benötigt nach unserem heutigen Wissen im Vergleich mit der sicheren Tötung aller Keime:

Bei Grad C	100	105	110	120	
Tetanussporen	40	15	4	1	Minuten
Alle Keime	1500	600	180	30	„ ."

Aus dem Vergleich dieser Zahlen ergibt sich, daß Niederdruckapparate in der Praxis, wo sich stundenlange Verfahren nicht durchführen lassen, niemals eine volle Sterilität herbeiführen. Konrich zieht die praktische Folgerung aus diesen Beobachtungen und fordert echte Sterilisation der Instrumente durch Hochdruckinstrumentensterilisatoren. In diesen Apparaten, die zuerst von der Firma Lautenschläger hergestellt wurden, wird mit einer 120^0 heißen Sodalösung gearbeitet, d. h. mit einer Atü. Der Sodazusatz hat hier nur rostverhütende, keine sterilisatorische Bedeutung. Diese Apparate liefern bei einer Sterilisationszeit von 15 bis 30 Minuten absolute Keimfreiheit des Instrumentariums.

Kirschner schließt sich der Ansicht von Konrich an und hält die völlige Sterilität der Instrumente für erforderlich. Diese theoretisch sicherlich richtige Forderung harrt sowohl in der ärztlichen wie in der zahnärztlichen Praxis aus wirtschaftlichen Gründen noch der Erfüllung.

Nach Reichel wird von maßgebenden Fachleuten vorgeschlagen, die Instrumente nur kurze Zeit in Wasser auszukochen, wobei auf die Sporenfrage überhaupt keine Rücksicht genommen wird, sondern man begnügt sich mit der Abtötung der patho-

genen Bakterien, will sich also mit einer Desinfektion begnügen, anstatt eine Sterilisation anzustreben. Die Tabellen 1 und 2 geben Aufklärung, in wie weit das kochende Wasser von 100° zur Sterilisation unserer Instrumente herangezogen werden kann. Wir sehen, daß bei 20 minutiger Einwirkung die Sporen noch nicht abgetötet sind.

Tabelle 1.

Temperatur 102° C. — Einwirkungsdauer 10 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis
Staphylokokken	Wasser mit Sodazusatz	kein Wachstum
Bakterium coli	„ „ „	Wachstum
Heubazillen	„ „ „	Wachstum

Tabelle 2.

Temperatur 102° C. — Einwirkungsdauer 20 Minuten.

Testobjekte	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Wasser mit Sodazusatz	kein Wachstum
Bakterium coli	„ „ „	kein Wachstum
Heubazillen	„ „ „	Wachstum

In einer Sodalösung von 102° C. werden also in 10—20 Minuten Kochzeit nur die vegetativen Formen der Bakterien, nicht aber sehr widerstandsfähige Sporen abgetötet. Viel günstiger wird das Resultat, wenn man eine 1%ige NaOH-Lösung benutzt.

Tabelle 3.

Temperatur 100° C. — Einwirkungsdauer 10 Minuten.

Testobjekt:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	1%ige NaOH-Lösung	kein Wachstum
Bakterium coli	1 „ „ „	kein Wachstum
Heubazillen	1 „ „ „	kein Wachstum

Durch die NaOH-Lösung wird bei 10-minutigem Kochen eine völlige Abtötung sogar resistenter Dauerformen erreicht. Wir erkennen hieraus die gute Sterilisationskraft der Laugen, müssen aber leider eingestehen, daß durch diese Sterilisationsart die Instrumente stark leiden. Der Versuch, in Wasser von 120° sterile Instrumente zu erlangen, ist in Tabelle 4 wiedergegeben.

Tabelle 4.

Temperatur 120° C. — Einwirkungsdauer 10 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Wasser mit Sodazusatz	kein Wachstum
Bakterium coli	„ „ „	kein Wachstum
Heubazillen	„ „ „	kein Wachstum

Man erreicht demnach mit Hochdrucksterilisatoren ebenso schnell eine wirkliche Keimfreiheit wie die Scheinsterilität in den Kochapparaten und schaltet damit die Möglichkeit der Keimübertragung durch Instrumente aus.

Zum Schluß dieses Abschnittes soll noch ein Wort gesagt werden über die Möglichkeit der Sterilisation kleiner Instrumente wie Bohrer, Nervextraktoren sowie der Skalpells mittels des kochenden Wassers. Die Zahl der Zahnärzte, die es sich erlauben könnte, Bohrer, Nervnadeln usw. nach einmaligem Gebrauch nicht mehr wieder zu benutzen, ist heute sicherlich verschwindend klein. Bedingung für einen öfteren Gebrauch ist aber eine peinliche Reinigung und Sterilisation. Können wir nun diese Keimfreiheit durch Auskochen erreichen, ohne daß die Güte dieser Instrumente wesentliche Einbuße erleidet? Diese Frage ist zu verneinen; denn erstens leidet durch das Kochen die Schärfe ganz erheblich und zweitens befinden wir uns bei dem Trocknen der sterilen Instrumente in einer unglücklichen Situation. Werden die Nervnadeln und Bohrer an der Luft getrocknet, so rosten sie. Wir müßten also schon, um die Sterilität zu wahren, mit einem sterilen Tuch das Abtrocknen vornehmen. Da es sich hier jedoch nicht um glatte Instrumentenflächen handelt, wir vielmehr geriffelte und gezahnte

Flächen trocknen sollen, ist der Erfolg von vornherein, ganz abgesehen von der Umständlichkeit mehr als zweifelhaft. Dem Kochverfahren haften also zwei ernste Mängel an, so daß es wünschenswert erscheint, zur Sterilisation der kleinen zahnärztlichen Instrumente andere und hierfür geeignetere Methoden anzuwenden.

Die einwandfreie Sterilisation der chirurgischen Messer war bis zu den letzten Jahren nicht voll zu erfüllen, weil bei den bislang üblichen Sterilisationsprozessen entweder die Messer nicht völlig keimfrei oder aber stumpf wurden. Blosses Einlegen in Alkohol bietet keine sichere Gewähr, daß die Bakterien abgetötet werden, so daß verschiedentlich verhängnisvolle Infektionen beobachtet worden sind. Die Sterilisation der Messer durch Auskochen führt zur Schädigung der Schneide. Kuhlenkampff schreibt, man lege die Messer nach der mechanischen Reinigung nur in Alkohol um das Stumpfwerden in kochendem Wasser zu verhüten. Hier gibt er für die Messer eine Methode an, nämlich das Einlegen in eine antiseptische Flüssigkeit, die er für die Spritzen — wie wir noch später lesen werden — als absolut unsicher ablehnt. Hier möchte ich einige interessante Untersuchungen einfügen, welche die zerstörende Wirkung des Alkohols auf schneidende Instrumente veranschaulichen sollen. Vor einigen Jahren prüfte Dechow die Desinfektionsmittel auf ihre schädigende Wirkung den Instrumenten gegenüber. Einer Anregung von Prof. Proell folgend, benutzte er hierzu ungebrauchte Rasierklingen, die unter möglichster Schonung der Schneiden in kleine Stücke geschnitten wurden, um dann derart in einem Gummikorken befestigt zu werden, daß die Schneiden frei herausragten. Die auf diese Art befestigten Messerchen wurden in Reagenzgläser gebracht, in denen sich die verschiedenen zu untersuchenden Desinfektionsmittel befanden. Die so behandelten Klingen wurden nach längerer Zeit untersucht, wobei Dechow dann feststellte, daß nahezu alle Schneiden der Klingen mehr oder weniger angefressen waren. Hier im Zusammenhang gilt unser besonderes Interesse der Wirkung des Alkohols in seinen verschiedenen Konzentrationen. Sowohl der 50%ige wie der 70%ige Alkohol verursachte Rostbelag und Arrosion der Schneiden, während der 60%ige Alkohol die geringste schädigende Wirkung zeigte.

Wenn also Kuhlenkampff zur Sterilisation der Messer den Alkohol empfiehlt, so erzielt er hiermit nicht nur keine Sterilität, sondern schädigt obendrein die Skalpells in ihrer Schärfe.

Die beim Kochen der Messer eintretende Korrosion des Stahls beruht nach Baeyer zum großen Teil darauf, daß „die Griffe der Messer vernickelt sind und daß im Wasser oder Dampf elektrische Kräfte auftreten, die das unedlere Metall, den Stahl, angreifen.

Aber selbst ein ganz stählernes Messer ist von dieser elektrolytischen Korrosion deswegen nicht vollständig frei, weil der Stahl aus mehr oder minder kohlehaltigen Teilchen besteht, zwischen denen diese elektrolytische Lokalaktion einsetzen kann.

Um die schädigende Wirkung der Elektrizität beim Kochen aufzuheben, legen wir das Messer im Wasserbad an den negativen Pol eines Akkumulators. Dadurch wird das ganze Messer negativ elektrisch aufgeladen und verhält sich nun widerstandsfähig wie ein Edelmetall. Das Messer bleibt scharf. Den Apparat nennen wir Negativator, um zum Ausdruck zu bringen, daß das Messer am negativen Pol angeschlossen sein muß. Der Negativator besteht aus einer Emailleschale, in der sich ein metallenes Messerbänkchen für mehrere Messer und 2 Nickelelektroden befinden. Das Messerbänkchen ist mit dem negativen Pol eines zweizelligen Akkumulators verbunden und die Nickelelektroden mit dem positiven Pol. Als Kochflüssigkeit ist destilliertes Wasser zu verwenden."

Diese von Baeyer angegebene Methode zur Sterilisation der Messer im kochenden Wasser wäre also unbedenklich anzuwenden, da das, was wir bei dem üblichen Kochen der Messer im Wasser befürchten, das Stumpfwerden, ausgeschaltet ist. Der einzige stichhaltige Grund, welcher der Einführung dieses neuen Apparates in die zahnärztliche Praxis im Wege stehen könnte, ist der meist seltene Gebrauch der Skalpells in unserer Praxis. Es wären demnach wirtschaftliche Erwägungen, die eine besondere Apparatur zur Entkeimung dieser selten benutzten Instrumente nicht für angezeigt erscheinen lassen, vor allem, da wir, wie an anderer Stelle ausgeführt wird, in der Trockensterilisation eine geeignete Methode zur vollständigen Sterilisierung unserer Messer besitzen.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch die Ölsterilisation scharfer Instrumente, wie Lahey, Boston, sie angibt, erwähnt. Lahey empfiehlt, die scharfen Instrumente in Öl bei 150° C. für 10 Minuten in einem von ihm angegebenen Apparat zu sterilisieren. Dieses Verfahren, das in Amerika vielfach angewandt wird, hat sich nach seinen Angaben in der Praxis gut bewährt. Wir kommen nun zur Besprechung der

Sterilisation durch Dampf.

Daß der 100gradige Dampf zur vollständigen Entkeimung der Instrumente nicht in Frage kommt, zeigen uns die folgenden Tabellen:

Tabelle 5.

Temperatur 100° C, — Einwirkungsdauer 10 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Wasserdampf	kein Wachstum
Bakterium coli	„	Wachstum
Heubazillen	„	Wachstum

Tabelle 6.

Temperatur 100° C. — Einwirkungsdauer 20 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Wasserdampf	kein Wachstum
Bakterium coli	„	kein Wachstum
Heubazillen	„	Wachstum

Wir sehen hier die gleichen Ergebnisse, wie wir sie beim Kochen in 102gradiger Sodalösung feststellen konnten: Abtötung der Wuchsformen der Bakterien, während die Dauerformen am Leben bleiben. Sollen unsere Instrumente in Wasserdampf sterilisiert werden, müssen wir schon mit Überdrucken arbeiten. Hierfür ist eine Vorbedingung zu erfüllen: der betreffende Dampf muß nämlich gesättigt d. h. frei von Luftbeimischungen sein. Je gesättigter der Wasserdampf, um so wirksamer ist er. Eine Erhöhung

der Sterilisationskraft läßt sich durch die Spannung des gesättigten Dampfes erzielen. Mit der Spannung steigt auch die Temperatur. Gesättigter Dampf von 1 Atü besitzt eine Temperatur von 120°, solcher mit 2 Atü bringt es schon auf 132°. Die widerstandsfähigsten Sporen, die in 100gradigem Dampf 16 Stunden standhalten können, gehen bei 120° C in 5—15 Minuten zu Grunde. Dieses Verfahren mit gespanntem oder überhitztem Wasserdampf liefert also in praktisch annehmbarer Zeit eine volle Sterilität der Instrumente. Früher war wegen der umfangreichen Apparatur, die für dieses Verfahren benötigt wurde, seine Anwendung nur in größeren Betrieben wie Kliniken möglich. Heute ist die Instrumentensterilisation mit gespanntem Wasserdampf auch für den Praxisbetrieb durchführbar. Ich erinnere hier nur an den Überdrucksterilisater Aeskulap, der mit 120° C arbeitet. Tabelle 7 gibt die Sterilisations-Ergebnisse im Autoklaven bei 120° C wieder.

Tabelle 7.

Temperatur 120° C. — Einwirkungsdauer 10 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Wasserdampf	kein Wachstum
Bakterium coli	„	kein Wachstum
Heubazillen	„	kein Wachstum

Wir erreichen also bei der Anwendung der feuchten Hitze Sterilität der Instrumente:

1. durch eine 1%ige NaOH-Lösung
2. durch kochende Sodalösung von 120° C und 1 Atü
3. durch gespannten Wasserdampf von 120° C.

Bei den physikalischen Sterilisationsmethoden ist außer der feuchten Hitze noch die trockene Hitze zu erwähnen, die zur Entkeimung der infizierten Instrumente herangezogen werden kann. Diese trockene Hitze wird auf die mannigfaltigste Weise nutzbar gemacht. Die einfachste Anwendungsart ist das Abbrennen der Instrumente. Neuer ist schon das Prinzip, das bewegte und unbewegte Heißluft benutzt. Dann ist hier noch zu erwähnen die Sterilisation durch flüssiges Metall oder durch heißen Sand.

Beginnen wir also mit der ersten und einfachsten Anwendungsart der trockenen Hitze zur Instrumentensterilisation, mit der

Sterilisation durch die Flamme.

Die Entkeimung der Instrumente durch die offene Flamme ist ein Verfahren, das mit den anderen Sterilisationsmethoden nicht konkurrieren kann. Es sollte höchstens in solchen Fällen Anwendung finden, bei denen die Instrumente dringend gebraucht werden. Solche dringende Anlässe kommen in der zahnärztlichen Praxis gelegentlich vor. Am einfachsten erfolgt die Entkeimung so, daß die Instrumente in die direkte Flamme eines Bunsenbrenners gehalten werden. Dabei gehen die meisten Keimarten bereits nach Sekunden zugrunde. Ist dieses Abflammen der Instrumente in bakteriologischen Laboratorien eine vielgeübte Sterilisationsmethode, so sollte man sie in der Praxis nicht ausführen, da das Instrumentarium sehr stark leiden würde. Ziegenspeck empfiehlt wohl, stählerne Instrumente auszuglühen, denn sie würden hohe Temperaturen gut vertragen, aber er warnt davor, nun gleich alle Instrumente auf diese Weise zu sterilisieren, da bei vielen die direkte Flammeneinwirkung eine Unbrauchbarkeit zur Folge habe. Donaldsonnadeln werden hierbei brüchig und brechen bei der kleinsten Biegung ab. Bei scharfen Gegenständen wie Messer, Scheren und Bohrern ist dieses Ausglühen vollkommen verfehlt. Das Gutachten einer deutschen Instrumentenfabrik lautet, daß nur im Notfall das Ausglühen der Instrumente angewandt werden soll. Kieffer warnt ganz entschieden vor der Sterilisation mittels der Flamme. Japp hat Versuche in dieser Richtung angestellt und gefunden, daß das Ausglühen von Wurzelkanalinstrumenten zum Verlust der Härte und Elastizität führt, so daß ein Arbeiten mit ihnen beim geringsten Widerstand zum Bruch führt.

Weniger zuverlässig als das Ausglühen sind schon die Resultate durch das Abbrennen von Instrumenten in Spiritus. Gerade dieses Verfahren ist in der zahnärztlichen Praxis stark verbreitet zur Sterilisation der Hand- und Winkelstücke. Auch Nervnadeln und feine Sonden versucht man auf diese Weise zu entkeimen. Beim Verbrennen des Spiritus wird jedoch eine verhältnismäßig niedrige Temperatur erreicht, so daß manche

Bakterien und die resistenten Erdsporen nicht mit Sicherheit abgetötet werden. Meine Versuche stimmen hiermit vollkommen überein, da ich nach dem Abbrennen nicht nur Wachstum der Heubazillensporen, sondern selbst der vegetativen Bakterien feststellen konnte.

Tabelle 8.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Abbrennen mit Spiritus	Wachstum
Bakterium coli	„ „ „	Wachstum
Heubazillen	„ „ „	Wachstum

Nervnadeln und Sonden werden aber bei dieser Methode ebenfalls brüchig und verursachen bei der Behandlung viel Ärger und Zeitverlust, weshalb dieses Verfahren, da es ohnehin keine Sterilität herbeiführt, abzulehnen ist.

Besser und absolut zuverlässig ist die

Sterilisation mit trockener Heißluft.

Durch die Untersuchungen von Koch und Wolffhügel konnte festgestellt werden, daß trockene Luft Sporen erst bei 140° C und einer Einwirkungsdauer von 3 Stunden abtötete. Weitere Untersuchungen, welche die Resultate der beiden ersten Autoren bestätigten, ließen zu der Erkenntnis kommen, daß die heiße Luft in ihrer Sterilisationswirkung weit hinter der von Dampf und siedendem Wasser zurückstehe. Trotzdem ruhten die Bestrebungen nie, die Heißluft zur Sterilisation heranzuziehen. Schumburg machte dabei auf die Bedeutung der Bewegung der erhitzten Luft aufmerksam und sagte, daß durch die Bewegung der heißen Luft ihre Sterilisationskraft verstärkt würde. Das Prinzip der Luftbewegung ist weiter von Vondran untersucht worden. In einem von ihm konstruierten Apparat stellte er zahlreiche Versuche an mit dem Ergebnis, daß wirklich die Bewegung die Abtötungskraft der heißen Luft erheblich verstärken würde. Wie durch Versuche von Breinl und Hofmann festgestellt wurde, kann bei der Sterilisation durch bewegte Luft

die Sterilisationszeit bei hoher Windgeschwindigkeit am meisten gekürzt werden. Hierdurch wird das Verfahren wirtschaftlicher und weniger schädlich für das Instrumentarium. Breinl konnte nachweisen, daß der Unterschied der Sterilisierungszeit in ruhender und bewegter Luft mit steigender Temperatur abnimmt. Bei einer Windgeschwindigkeit von 300—600 m pro Minute und einer Temperatur von 100—120° C ergibt sich die größte Ersparnis an Sterilisationszeit. Sie beträgt bei:

100	Grad	C	80 Minuten
110	„	C	140 „
120	„	C	45 „
130	„	C	20 „
150	„	C	8 „

Meine Versuche stellte ich in einem Trockensterilisator mit unbewegter Heißluft an. Es ist der Apparat von Hauer, Greifswald, der seit einiger Zeit in der hiesigen Klinik für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten nahezu dauernd in Gebrauch ist, ohne daß sich bis heute ein nennenswerter Schaden an der Apparatur bemerkbar gemacht hätte. Zuerst stellte ich Versuche mit den künstlich infizierten Bohrern an, deren Ergebnis aus Tabelle 9 und 10 ersichtlich ist.

Tabelle 9.

Temperatur 160° C. — Einwirkungsdauer 25 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	ruhende, trockene Heißluft	kein Wachstum
Bakterium coli	„ „ „	kein Wachstum
Heubazillen	„ „ „	Wachstum

Tabelle 10.

Temperatur 180° C. — Einwirkungsdauer 10 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis
Staphylokokken	ruhende, trockene Heißluft	kein Wachstum
Bakterium coli	„ „ „	„ „
Heubazillen	„ „ „	„ „

Diese Ergebnisse lassen einen Einblick in die Wirksamkeit des Apparates tun. Weitere Versuche wurden nun mit Nervnadeln und Bohrern durchgeführt, die unter natürlichen Verhältnissen infiziert worden waren.

Tabelle 9a. Nervnadeln.

Temperatur 160° C.

Art der Beimpfung:	Sterilisationsdauer:	Ergebnis:
Detritus gangränöser Zähne	10 Minuten	Wachstum
„ „ „	25 „	kein Wachstum

Tabelle 10a. Nervnadeln.

Temperatur 180° C.

Art der Beimpfung:	Sterilisationsdauer:	Ergebnis:
Detritus gangränöser Zähne	10 Minuten	kein Wachstum

Die gleichen Ergebnisse wurden mit Bohrern erzielt. Bei 160° C und einer Sterilisationsdauer von 25 Minuten wurden also die natürlich infizierten Nervnadeln und Bohrer ebenso die mit Staphylokokken und Bakterium Coli künstlich infizierten Instrumente vollkommen keimfrei, während zur Abtötung der Heubazillensporen diese Temperatur nicht ausreichte. Sie wurden bei 180° C in 10minutiger Einwirkungszeit abgetötet. Wir sind demnach berechtigt, zu sagen, daß 10 Minuten Sterilisationsdauer bei 180° C im Hauer-Trocken-Sterilisator genügen, um die Lebens- und Dauerformen der Bakterien sicher abzutöten.

Bei der Heißluftsterilisation ist stets auf eines zu achten. Die Erhitzung und die Abkühlung darf nicht zu schnell erfolgen, sollen die heißluftsterilisierten Instrumente keinen Schaden nehmen. Im folgenden Abschnitt soll nun ein neuerer Heißluftsterilisator, der „Wiska“ besprochen werden. Reinhardt hat mit diesem

Apparat Untersuchungen angestellt mit dem Ziel, festzustellen, ob die Entkeimung erfüllt wird und ob sich dieser Zweck in brauchbaren Betriebszeiten erreichen läßt. Nach seinen Angaben kann beides bejaht werden. Die Betriebsdauer von 30 Minuten hält er für den Sprechstundenbetrieb für eine brauchbare Zeit und die Wärmelagen von 150—170° C unschädlich für das Instrumentarium. Was die Wirtschaftlichkeit angeht, soll das Gerät recht dauerhaft sein; denn trotz der im Verhältnis zum üblichen Betrieb sehr erheblichen Überbelastung durch die Untersuchungen traten keine Störungen im Gebrauch auf.

Bewegte Heißluft hat in den letzten Jahren praktische Anwendung gefunden in einem Apparat, den die Firma Neuberger, München für Instrumentensterilisation konstruiert hat. Dieser — Frigosteril genannte — Apparat, der elektrisch geheizt und in dem die Luft durch einen Propeller bewegt wird, ist eingehend von Mündel vom hygienisch-bakteriologischen Institut Bern geprüft worden und hat glänzende Ergebnisse gezeigt. Die Hitzetemperatur geht bis auf 200° C. Bei dreiminutiger Sterilisationszeit bei 180° C werden alle Keime, selbst die widerstandsfähigen Erdsporen, abgetötet. Bei einer Temperatur von 170° C wird dieses Ergebnis in 5 Minuten erreicht. Die Anheizzeit beträgt 5—7 Minuten bei gefülltem Behälter und die Abkühlungszeit liegt bei 8—8,5 Minuten. Die bakteriologischen Untersuchungen ergaben Sterilität trotz schwerster Infektion des Untersuchungsmaterials. Bei schneidenden Instrumenten, wie Messer und Scheren, konnte keine Abnahme der Schärfe festgestellt werden, obwohl diese Instrumente mehrmals aufeinanderfolgend bis zu einer Stunde im Apparat belassen wurden. Die Unschädlichkeit der heißen trockenen Luft ergibt sich auch aus den Erfahrungen bei der Sterilisation von Instrumenten mit unbewegter Heißluft, wobei sie oft $^1/_2$—1 Stunde auf 150—170° C erhitzt bleiben.

Die Bedienung des Apparates ist äußerst einfach. Die automatische Uhr und der Thermoregulator machen es überflüssig, daß man während der Sterilisierungszeit den Apparat überwacht. Bei der Sterilisation ist es wichtig, den Luftstrom an alle Instrumententeile herankommen zu lassen. Deswegen

ist es vorteilhaft, die Instrumente auf einem Drahtnetz oder in Mull verpackt in den Apparat zu legen.

Es würde zu weit führen, die große Zahl der Heißluftsterilisatoren, die heute dem Zahnarzt auf dem Dentalmarkt zur Verfügung stehen, alle ausführlich zu besprechen. Ich habe den „Hauer", „Wiska" und den „Frigosteril" eingehend beschrieben, weil sie wohl die neuesten Erzeugnisse auf diesem Gebiet darstellen, und um zu zeigen, daß diese Methode eine Sterilität der Instrumente garantiert.

Einen großen Fortschritt auf dem Gebiet der Aseptik bei der zahnärztlichen Arbeit bedeutete die amerikanische Schnell-Sterilisation nach Flaherty, die in ganz besonderem Maße zur Entkeimung der Instrumente für die Wurzelbehandlung geeignet ist. In der allgemeinen Chirurgie wurde, wie wir anfangs sahen, die Antisepsis von der Asepsis verdrängt. Das oberste Gesetz bei jedem operativen Eingriff war: die Bakterien von der Wunde wegzuhalten. Selbst verunreinigte Wunden wird niemals ein Chirurg mit anderen als mit sterilen Instrumenten behandeln. Wie steht es nun in der Zahnheilkunde? Haben wir bei der Wurzelbehandlung z. B. nicht einen ganz analogen Fall? Wir dürfen also unter keinen Umständen, auch falls die Pulpa infiziert ist, mit Instrumenten in den Wurzelkanal eingehen, die vorher nicht sterilisiert worden sind. Wenn auch heute die großen Instrumente des Zahnarztes in der modernen Praxis entkeimt werden, so werden die kleinen Werkzeuge, wie sie gerade für die Wurzelbehandlung in Frage kommen, oft in nicht sterilem Zustand verwendet. Man begegnet leider der irrigen Meinung, auf ein paar Bakterien mehr oder weniger käme es nicht an und schleppt nun mit den Instrumenten neue Keime in den Pulpenkanal. Hören wir, was Bonorden hierzu schreibt: „Die Verhütung einer Infektion des apikalen Gebietes wird stets den Grundpfeiler für das Gelingen einer Wurzelbehandlung bilden. Das Hauptaugenmerk muß darauf gerichtet sein, daß sich die Instrumente, mit denen wir in den Wurzelkanal eindringen, in einem möglichst keimfreien Zustand befinden; denn selbst, wenn wir mit einer infizierten Pulpa rechnen müssen, wird es keineswegs gleichgültig sein, ob unser Instrument steril oder mit Bakterien beladen ist."

Wir müssen demnach auf die Sterilisation der kleinen Instrumente, wie sie zur Wurzelbehandlung benutzt werden, unser ganz besonderes Augenmerk richten. Welche Methoden stehen uns heute nun zur Verfügung, um dieses Ziel mit Sicherheit zu erreichen? Da ist nur die Trockensterilisation, sei es durch heiße Luft, durch flüssiges Metall, durch heißen Sand, oder durch den Elektro-Kugelsterilisator, die heutzutage für diese Aufgabe noch in Frage kommen düfte, nachdem die übrigen Methoden zur Sterilisierung der Wurzelbehandlungsinstrumente entweder gar nicht angewandt worden sind oder bereits aus diesen oder jenen Gründen wieder verlassen wurden. Der Flaherty-Sterilisation, deren neue Idee es war, anstatt einer Flüssigkeit flüssiges Metall zu verwenden, seien nun einige Zeilen gewidmet. Da der kleine Apparat schon oft in der Fachliteratur beschrieben worden ist, erübrigt sich an dieser Stelle eine ausführliche Darstellung. Seine technische Ausführung war ursprünglich aber noch recht unvollkommen. Deshalb war es zu begrüßen, daß der Apparat, wie Prinz ihn angab, in neuer verbesserter Form von der Instrumentenfabrik Jetter & Scheerer in Tuttlingen herausgebracht worden ist. Das Wichtigste an dieser Neuerung ist wohl, daß die Frage der Wärmezufuhr besser gelöst wurde. Anstelle der Spiritusflamme hat der Apparat elektrische Heizung, wodurch das dauernde Verstellen der Flamme abgetan ist. Auf diese Weise erreichen wir eine konstante Temperatur und das flüssige Metall wird nicht mehr zu warm, wodurch sich eine starke Oxydschicht bildet, noch zu kalt, wodurch es dickflüssig wird.

Voraussetzung für die Sterilisation nach dem Flaherty-Verfahren ist, daß die Instrumente zuerst einer mechanischen Reinigung unterzogen werden. Um zu verhüten, daß flüssige Metallteilchen an den kleinen Instrumenten haften bleiben, empfiehlt es sich, Bohrer und die üblichen Wurzelkanalinstrumente vor der Sterilisation in Paraffinum liquidum oder in Alkohol zu tauchen, ohne daß hierdurch ihre Sterilität leidet. Das Haftenbleiben von Metall ist hauptsächlich von der Oxydschicht abhängig. Die entfernung dieser Schicht geschieht nach Neff am leichtesten mit einem Graphitstift oder auch mit einem Spatel, indem man sie an den Rand des Tiegels schiebt. Um die Bildung einer Oxydschicht überhaupt zu verhindern, soll nach der Angabe von

Prinz ein kleines Quantum Wachs auf dem flüssigen Metall zum Schmelzen gebracht werden. Das Wachs schmilzt aber meist nicht, sondern verbrennt und verbreitet hierbei einen üblen Geruch. Das Verfahren hat aber noch andere Schattenseiten. Beim Umstoßen des Apparates können unter Umständen schwere Verbrennungen auftreten. Oder nehmen wir den Fall an, daß mit den gereinigten Instrumenten etwas Feuchtigkeit in das erhitzte Metall gelangt, so kommt es infolge plötzlicher Dampfentwicklung zur Explosion mit Verspritzen des Metalls.

Über den Wert dieser Schnellsterilisation ist viel gestritten worden. Die Methode ist von Prinz bakteriologisch geprüft und als durchaus zuverlässig befunden worden. Diese Feststellungen über die Wirksamkeit der Flaherty-Sterilisation sind inzwischen verschiedentlich nachgeprüft worden. Die Untersuchungsergebnisse von Schröder, Scherbel, Kadisch und Neff stimmen darin überein, daß die infizierten Instrumente bei 200—220° C nach 1—5 Sekunden keimfrei waren. Bei dieser Sachlage schien es nicht mehr notwendig, die Ergebnisse durch eigene Untersuchungen nachzuprüfen. Dagegen weichen die Untersuchungsergebnisse über die Einwirkung des flüssigen Metalls auf die Elastizität und Härte der behandelten Instrumente stark voneinander ab. Scherbel konnte selbst bei Eintauchen von Nervnadeln für eine halbe Minute durch nachfolgende Torsionsversuche keine Verringerung der Bruchfestigkeit nachweisen, in einigen Fällen glaubte er ein geringes Nachlassen der Elastizität zu sehen. Siburg stellte bei den gleichen Versuchen keinen Unterschied fest in der Brüchigkeit von neuen Nadeln und solchen, die nach dem Flaherty-Prinzip behandelt waren. Auch Heinemann hält auf Grund seiner Untersuchungen die amerikanische Schnell-Sterilisation für wirtschaftlich und brauchbar, da weder die Elastizität noch die Schärfe der Versuchsobjekte nachgelassen hätte. Die neuesten experimentellen Prüfungen in dieser Richtung wurden von Japp durchgeführt, welche ihn zu dem Ergebnis führten, daß diese Methode trotz aller Angriffe sicher, schnell und wirtschaftlich arbeitet. Nach seiner Ansicht ist dieses Verfahren zwar für größere Betriebe, für Massensterilisation, ungeeignet; denn es ist eine Unmöglichkeit, die vielen kleinen Instrumente, die wir bei einer Wurzelbehandlung benötigen, in größerer An-

zahl täglich auf diese Weise durchzusterilisieren. In einer Privat-Praxis aber ist die Flaherty-Schnellsterilisation, besonders während der Wurzelbehandlung, eine sichere und bequeme Methode, der man trotz der kleinen Mängel, die ihr anhaften, nicht die Daseinsberechtigung absprechen kann.

Auf dem Gebiet der Sterilisation des Kleininstrumentariums müssen wir einem neuen Apparat unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Es ist der

Elektro-Kugelsterilisator

von Dessart, der als eine Verbesserung der Flaherty-Sterilisation zu betrachten ist. Er stellt ebenfalls einen Apparat dar, der geeignet erscheint, kleine zahnärztliche Instrumente in einfacher Weise auf dem Behandlungstisch, also z. B. während einer Wurzelbehandlung, zu sterilisieren. Der Apparat hat einen Durchmesser von etwa 9 cm und eine Höhe von 13 cm. Die Ausmaße des Sterilisierraumes sind $3^1/_2$ cm im Durchmesser bei einer Tiefe von 7 cm. Dieser Raum ist mit Stahlkugeln von 1—2 mm Durchmesser gefüllt. Die Erwärmung dieser Kugeln geschieht durch einen elektrischen Heizkörper, der in die Wandung eingebaut ist. Die zu sterilisierenden Geräte taucht man für einige Sekunden in die Kugelmasse ein, wobei für das neue Verfahren als Vorteil angegeben wird, daß „durch das Einführen der Instrumente in die Kugelmasse eine gewisse mechanische Reinigung erfolgt." Die mikroskopischen Untersuchungen der eingetauchten Instrumente zeigten einwandfreie unbeschädigte Oberflächen. Der Apparat ist im Hygienischen Institut Hamburg auf seine Sterilisationskraft untersucht worden. Die Ergebnisse der bakteriologischen Versuche zeigen, daß die vegetativen Formen der Bakterien in wenigen Sekunden mit Sicherheit abgetötet sind unter der Voraussetzung, daß das infizierte Instrument in dieser Zeit ganz in die Kugelmasse hineinragt. Für die Vernichtung widerstandsfähiger Sporen wird nur angegeben, daß hierzu eine längere Zeit nötig sei. Hier fehlt die genaue Zeitangabe. In Tabelle 11 finden wir die Versuchsergebnisse, die ich bei der Bohrerentkeimung im Kugelsterilisator gefunden habe.

Tabelle 11.

Temperatur 230° C. — Einwirkungsdauer 20 Sekunden.

Testobjekt:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Kugelsterilisator	kein Wachstum
Bakterium coli	„	kein Wachstum
Heubazillen	„	kein Wachstum

Die Tabellen 11 a und 11 b enthalten die Resultate, die mit natürlich infizierten Bohrern und Nervnadeln bei 230° C erzielt wurden.

Tabelle 11a. Bohrer.

Art der Beimpfung:	Sterilisationsdauer:	Ergebnis:
Detritus gangränöser Zähne	1 Sekuude	Wachstum
„ „ „	3 Sekunden	„
„ „ „	5 Sekunden	kein Wachstum

Tabelle 11b. Nervnadeln.

Art der Beimpfung:	Sterilisationsdauer:	Ergebnis:
Detritus gangränöser Zähne	1 Sekunde	Wachstum
„ „ „	3 Sekunden	„
„ „ „	5 Sekunden	kein Wachstum

Mit 5 Sekunden ist, falls es sich um Abtötung vegetativer Formen handelt, Sterilität erreicht. Sollen aber durch den Elektrokugelsterilisator Sporen vernichtet werden, so muß die Sterilisationsdauer, wie aus Tabelle 11 ersichtlich war, auf 20 Sekunden erhöht werden. Was die Schädigung des Sterilisationsgutes anbetrifft, so ließen die Untersuchungen bei einer größeren Anzahl von Instrumenten, die längere Zeit in dem Sterilisationsraum bei einer Temperatur von 260° C gelegen hatten, keine Schädigung erkennen. Es konnte kein Nachlassen der Elastizität und

keine erhöhte Brüchigkeit nachgewiesen werden. Beim Gebrauch in der Praxis soll die Höhe der Temperatur bei 230° C liegen. Eine Unannehmlichkeit besitzt aber der Kugelsterilisator: das Rosten der Stahlkugeln. Um den Rostansatz zu verhüten, schlägt Professor Proell vor, die Kugeln zu verchromen. Befolgt man diesen sehr beachtenswerten Vorschlag, so stellt der Kugelsterilisator einen wirklich bedeutsamen Fortschritt in der Sterilisation des in der konservierenden Zahnheilkunde benutzten Kleininstrumentariums dar. Seine Anwendungsmöglichkeit ist bedeutend umfangreicher als die der Flaherty-Methode. So können mit diesem Apparat Nadeln, Bohrer, Bläser, Wasserspritzen und vieles mehr sterilisiert werden. Ein Glasschälchen, das der Kugelfüllung aufgesetzt wird, dient der Massensterilisation von Nervnadeln, Steinchen, Bohrern und Bürsten. Hierbei ist die Sterilisationszeit bedeutend erhöht, sie beträgt 4—6 Minuten je nach der Füllung des Glasschälchens mit Instrumenten.

Die Sterilisation mit Quarzsand

ist ein ähnliches Verfahren, das auf gleichen Grundsätzen wie die Flaherty-Sterilisation aufgebaut ist. Hierbei handelt es sich um eine Trockensterilisation in heißem Quarzsand, wie sie von Möser angegeben wurde. Bei diesem Verfahren, wo also anstatt des Metalls Sand gebraucht wird, verwendet Möser reinen Quarzsand, der einerseits nicht zu fein sein darf, damit er nicht staubt, andererseits aber keine zu grobe Körnung hat, die empfindliche Instrumente beschädigen könnte. Ein geringer Nachteil ist die verhältnismäßig lange Zeit, die nötig ist, um den Sand auf die gewünschte Temperatur von 150—300° C zu bringen. Die einmal erreichte Temperatur wird dann lange beibehalten. Das Sandsterilisationsverfahren ist im Gegensatz zur Flaherty-Sterilisation und zur Sterilisation im Kugelsterilisator auch für große Instrumente, z. B. Zangen, anzuwenden. Die Vorteile sind, wie Möser schreibt, neben Sauberkeit, daß die Instrumente trocken und gebrauchsfertig dem Apparat entnommen und daß selbst die feinsten Nervnadeln nicht angegriffen werden. Vor der Sterilisation hat eine gründliche Reinigung etwa mit Eiter oder Blut verunreinigter Gegenstände stattzufinden. Bakteriologische Untersuchungen, die einen Aufschluß

über den Wert dieses Verfahrens geben könnten, sind meines Wissens von Möser nicht angestellt worden.

Ich benutzte zu dieser Prüfung Temperaturen von 140 und 200° C.

Tabelle 12.

Temperatur 140° C. — Einwirkungsdauer 15 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	erhitzter Quarzsand	kein Wachstum
Bakterium coli	„ „	kein Wachstum
Heubazillen	„ „	kein Wachstum

Tabelle 13.

Temperatur 200° C. — Einwirkungsdauer 1 Minute.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	erhitzter Quarzsand	kein Wachstum
Bakterium coli	„ „	kein Wachstum
Heubazillen	„ „	kein Wachstum

Das sind Ergebnisse, die zur Anwendung dieses Verfahrens ermutigen.

Aber weder die Flaherty-Sterilisation noch die Sterilisierung in heißem Quarzsand haben sich eingebürgert. Beide Methoden sind nicht Allgemeingut geworden, sondern werden meist nur von diesem oder jenem angewendet. Der Elektro-Kugelsterilisator dagegen ist auf dem besten Wege, beide Methoden zu verdrängen. Er ist heute wohl zur Entkeimung der Kleininstrumente der bestgeeignete Apparat.

Da wir gerade dabei sind, die Sterilisation des zahnärztlichen Kleininstrumentariums zu besprechen, soll hier noch eine Methode Erwägung finden, die speziell zur Reinigung und Entkeimung der Bohrer verwendet werden kann. Die Kaltsterilisation, wie Agussol sein Verfahren nennt, stellt unbedingt einen Fortschritt in der Reinigungs- und Sterilisationsfrage der Bohrer dar. Die tagsüber gebrauchten Bohrer werden unmittelbar nach der

Benutzung in 20%ige Natronlauge gebracht, bleiben über Nacht in der Lösung und sind am folgenden Morgen nach 12—16 Stunden sauber und steril. Anschließend kommen die auf diese Weise gereinigten und sterilisierten Bohrer für einige Minuten in ein Bad, das aus einer neutralisierenden und rostschützenden Lösung von 15 g Jotalinsalz und 10 g Glyzerin auf 7 Liter Wasser besteht. Busch konnte durch seine experimentellen Versuche, zu denen er auch Erdsporen benutzte, den Sterilitätsnachweis erbringen. Ferner gelang es ihm für die reinigende Wirkung der Natronlauge den Beweis zu führen. Die 20%ige Lösung löste sämtliche organische Substanzen, die zwischen den Schneiden der Bohrer sich befanden, auf. Die anorganischen Reste, wie Zemente und Zahnschmelz, der bekanntlich zu 96% aus anorganischen Stoffen aufgebaut ist, werden nach einem Vorschlag von Bac mit einer Zahnbürste, niemals aber mit einer Messingdrahtbürste entfernt, um keine Schädigung der Bohrerschneiden zu verursachen. Die aus Jotalin und Glyzerin bestehende Lösung gewährt einen so weitgehenden Rostschutz, daß die eingelegten Bohrer unbedenklich an der Luft getrocknet werden dürfen. Da die Natronlauge und das Jotalin den Stahl nicht angreifen, ist die Kaltsterilisation für die Güte der Instrumente unbedenklich. Das Verfahren ist einfach und zeitsparend und erfüllt so den Wunsch des Praktikers nach einem wirtschaftlichen und absolut zuverlässigen Verfahren zur Reinigung und Sterilisation der Bohrer.

Wir sehen, die Sterilisationsmöglichkeiten der in der konservierenden Zahnheilkunde benutzten Kleininstrumente sind heute recht mannigfaltig. Beinahe allen Methoden ist die Schwierigkeit gemeinsam, die einmal sterilisierten Instrumente nun auch bis zur Behandlung wirklich keimfrei aufzubewahren. Der große Vortei der Flaherty-Methode und der Sterilisation durch den Kugelsterilisator besteht nun darin, daß in kürzester Zeit und unmittelbar vor der Behandlung das betreffende Instrumentarium sterilisiert werden kann. In diesem Falle sind wir der Sorge um die Aufbewahrung der keimfreien Instrumente enthoben. Wird die Sterilisation der Bohrer, Nervnadeln und watteumwickelten Millernadeln längere Zeit vor der Behandlung vorgenommen, so sind sterile Petrischalen zu ihrer Aufbewahrung recht gut geeignet.

Die weitaus größten Schwierigkeiten galt es zu überwinden bei dem Versuch, unsere Injektionsspritzen und ganz besonders die Hand- und Winkelstücke einwandfrei zu sterilisieren. Während das Problem der Entkeimung der Injektionsspritzen als gelöst betrachtet werden kann, verfügen wir leider in Bezug auf die Sterilität der Bohrmaschinen-, Hand- und Winkelstücke heute noch über kein wirklich befriedigendes Verfahren; denn neben vollständiger Keimfreiheit muß diese Methode auch die Unschädlichkeit für den Mechanismus dieser äußerst wichtigen zahnärztlichen Instrumente verbürgen können.

Die Sterilisation von Injektionsspritzen.

Die örtliche Schmerzbetäubung, die gerade in der zahnärztlichen Praxis so häufig angewendet wird, kann für den Patienten Ursache von Schädigungen und Gefahren sein, und zwar sind es die Infektion und die Gewebsschädigung. Das Einspritzgerät, die hierfür gebräuchlichen Aufbewahrungsgläser und -Flüssigkeiten kommen als Infektionsquelle in Betracht.

Die zur Lokalanästhesie verwendeten Spritzen und Kanülen müssen einer besonderen Sterilisation unterzogen werden. Da sie ohne Sodazusatz gekocht werden müssen, dürfen sie nicht mit anderen Instrumenten in einen Behälter zusammengebracht werden. Meist finden Glasspritzen mit Metallstempeln, Rekordspritzen, Anwendung. Da der Metallstempel einen größeren Ausdehnungskoeffizient besitzt als das Glasrohr, müssen die Spritzen vor der Entkeimung auseinandergenommen werden. Um sich diese Arbeit zu ersparen, kochen viele Praktiker die Spritzen nicht aus, sondern legen sie in antiseptische Lösungen, meist Alkohol, Desinfex oder Vuzin. Laband zeigte aber, daß keine der vor allem von Zahnärzten immer noch bevorzugten Einlegeflüssigkeiten zur Sterilisation der Injektionsspritzen genüge. Grundsätzlich muß von der bloßen chemischen Desinfektion der Spritzen und Kanülen abgeraten werden. Hinsichtlich der Desinfektionskraft des Alkohols, der mit ganz besonderer Vorliebe hierzu gebraucht wird, ist, wie neuerdings immer wieder betont wird, daran festzuhalten, daß der Alkohol, gleich ob 70- oder 96 %ig, nicht alle Keime abtötet, sondern nur die

Keimzahl vermindert. Knorr sagt, daß der Handelsalkohol nicht keimfrei ist, sondern daß er unter Umständen pathogene Keime enthalten kann. Trockene Milzbrandsporen sind resistent gegen Alkohol jeglicher Konzentration. Hieraus ist ersichtlich, daß der Alkohol als zuverlässiges Sterilisationsmittel nicht in Frage kommen darf. Ein blosses Einlegen der Spritzen in Alkohol oder andere antiseptische Flüssigkeiten wie Phenol ist absolut unsicher und zu verwerfen. Beides ist daher nur anzuwenden zur Aufbewahrung der Spritzen und Kanülen nach erfolgter Hitzesterilisation, die durch mindestens 20 Minuten langes Kochen in 100gradigem Wasser zu erreichen ist. Hierdurch werden die Lebens- und die meisten Dauerformen vernichtet, während gewisse native Erdsporen am Leben bleiben. Daher ist ein Überdrucksterilisator mit 120° C und 1 Atü, wie wir ihn auch zur übrigen Instrumentensterilisation bevorzugen, weitaus sicherer. Nur auf diese Weise erhalten wir ein völlig einwandfreies Injektionsgerät. Es ist zu begrüssen, daß bereits heute verschiedene handliche und nicht kostspielige Überdruckautoklaven von der einschlägigen Industrie hergestellt werden.

Eine zweite Forderung, die wir in neuerer Zeit an unser Injektionsgerät stellen, ist, daß es ohne Schädigung auskochbar ist. Am besten sind deshalb Glasspritzen, die ganz aus hitzebeständigem Glas hergestellt sind, oder aus Glas mit Metall ohne Bindemittel, wie sie neuerdings das Jenaer Glaswerk Schott & Gen. liefert. Die beliebten Rekordspritzen sind, wie Hart schon 1921 schrieb, deswegen bedenklich, weil sich an den Kittstellen zwischen Metall und Glas Schlupfwinkel für Bakterien bilden, die durch das übliche Auskochen nicht abgetötet werden. Diese Befunde konnten von Rosenthal, der sie einer Nachprüfung unterzog, bestätigt werden! Münch fordert Sterilisation der Spritzen in destilliertem Wasser: „Nur destilliertes Wasser sichert die Gewähr, daß keine Kalkgrieselchen zwischen Kolben und Glas scheuern und dabei Metall abwetzen; undichte unansehnliche Spritzen sind die Folge dieses verhütbaren Vorganges."

Wer auf dem Boden der wirklichen Asepsis steht — und das sollten heute alle Zahnärzte — darf nur frisch entkeimtes Injektionsgerät, mit steriler Pinzette entnommen und zusammengesetzt, verwenden, oder er benutzt Spritzen, die nach der Steri-

lisation in aseptischen Flüssigkeiten gelegen haben. Wird hierzu Alkohol benutzt, so darf er nur nach vorheriger Sterilisation etwa im Alkosterilator, oder nachdem man ihn durch ein Filter z. B. ein Berkefeld- oder Seitzfilter gesiebt hat, Verwendung finden. Es gibt aber außerdem noch eine ganze Reihe von guten Aufbewahrungsflüssigkeiten für die sterilisierten Sprechstundenspritzen. Kappis und Wagler rühmen eine 3%ige Phenollösung, ebenso wird eine 3%ige Lysoform-Seifen-Lösung gern gebraucht. Empfehlenswert ist die Kritzler'sche Lösung, die neben antiseptischen auch rostverhütende Eigenschaften hat.

Rp.

Acid. carbol. liquefact	3,0
Borax	15,0
Formol	20,0
Aqua dest.	ad 1000,0

Die sterilen Kanülen werden für sich in zugedeckten Petrischalen in Seifenspiritus oder 96%igem Alkohol aufbewahrt. Spritzen und Kanülen werden vor dem Gebrauch mit Aqua dest. oder mit steriler physiologischer Kochsalzlösung durchspült, um eine Verunreinigung der Injektionslösung durch die Aufbewahrungsflüssigkeit zu verhüten. Bleibt die Spritze nach der Sterilisation im Sterilisator liegen, so kann sie sofort dem Apparat entnommen werden, sie ist absolut steril und ohne schädliche Rückstände irgend welcher antiseptischer Flüssigkeit, braucht dann also nicht mit Aqua dest. nachgespült zu werden.

Zum Abschluß unserer Betrachtungen über die modernen Sterilisationsverfahren kommen wir zu der Besprechung der Möglichkeiten zur

Sterilisation der Bohrmaschinen-Hand- und Winkelstücke.

Lassen sich die meisten zahnärztlichen Instrumente bequem und sicher sterilisieren, so machen doch gerade einige, die in der täglichen Sprechstunde am häufigsten benutzt werden, wegen ihres komplizierten Mechanismus erhebliche Schwierigkeiten. Es sind das die Hand- und Winkelstücke. Aus der vielfachen Verwendung dieser beiden Instrumente, besonders auch bei chirur-

gischen Eingriffen, erwächst die Notwendigkeit einer einwandfreien Sterilisation.

Leider muß zugegeben werden, daß die Hand- und Winkelstücke oft von einem Mund zum andern wandern, ohne einer grob mechanischen Reinigung unterzogen worden zu sein, geschweige denn einer Sterilisation. Wie wir heute aber ein steriles Füllinstrument als Selbstverständlichkeit fordern, besteht mit dem selben Recht der Anspruch auf Sterilität der komplizierten zahnärztlichen Werkzeuge. Es sind die verschiedensten Methoden angeführt worden, um eine Keimfreiheit der Hand- und Winkelstücke zu erreichen, doch hat sich bis heute keine vollkommene Lösung dieses schwierigen Problems finden lassen. Die Forderungen, die wir für die Sterilisation der Hand- und Winkelstücke aufstellen müssen, sind nach Dirska:

1. „Die Instrumente dürfen bei der Durchführung der Sterilisation nicht leiden.
2. Die Methode soll im Sprechzimmer durchgeführt werden können.
3. Die Praxisführung darf nicht erschwert werden.
4. Die Methode muß möglichst ohne große, teuere und komplizierte Apparate durchführbar sein.
5. Das Sterilisationsmedium darf weder auf der äußeren Haut, noch auf der Mundschleimhaut Reize auslösen.
6. Absolute Keimfreiheit soll in höchstens 15 Minuten erreicht sein."

Andresen machte schon im Jahre 1807 den Vorschlag, Paraffinum liquidum von einer Temperatur von 125—150° C als Ölbad zu benutzen, um auf diese Weise die eingelegten Hand- und Winkelstücke zu sterilisieren. Das bei dieser Temperatur dünnflüssige Paraffin dringt bis in die feinsten Winkel der Instrumente ein und tötet hier alle Keime bei einer Einwirkungsdauer von 20—25 Minuten ab. Diese Methode zur Sterilisation der Hand- und Winkelstücke hatte gewisse Nachteile; denn nach der Entkeimung enthielten die Instrumente zu viel Öl, das sich während des Arbeitens ständig aus dem Innern längs des Bohrerschaftes entleerte und das Arbeitsfeld verschmutzte. Ein anderer Nachteil war der, daß bei Temperaturen von 130—140° das Paraffin übelriechende Dämpfe entwickelte, ein Umstand,

der die weitere Verwendung von Paraffinum liquidum im Sprechzimmer unmöglich machte. Der dritte Nachteil war die lange Sterilisationsdauer von 20—25 Minuten. Alle diese Gegenindikationen ließen nach besseren Mitteln suchen. Man verließ dieses Sterilisationsmedium und benutzte statt dessen Glyzerin, nachdem Dirska gezeigt hatte, daß Glyzerin ein besseres Mittel zur Sterilisation sei als das vorher angewandte Paraffin. Von ihm stammt auch der Vorschlag, eine Mischung von Glyzerin und 10 % Sagrotan zur Sterilisation zu benutzen. Zuerst untersuchte ich die Wirkung von reinem Glyzerin. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Tabelle 14 und 15 wiedergegeben.

Tabelle 14.

Temperatur 120° C, — Einwirkungsdauer 10 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Glyzerin	kein Wachstum
Bakterium coli	„	kein Wachstum
Heubazillen	„	Wachstum

Tabelle 15.

Temperatur 120° C. — Einwirkungsdauer 20 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Glyzerin	kein Wachstum
Bakterium coli	„	kein Wachstum
Heubazillen	„	Wachstum

Zur weiteren Prüfung wurde Glyzerin und 10 % Sagrotan-Zusatz genommen. Wenn man die Wirkung des Glyzerins allein betrachtet, kann man deutlich die bessere Sterilisationskraft durch die Sagrotan-Zusätze erkennen. Diese Versuchsresultate sind in Tabelle 16 und 17 zur Darstellung gebracht.

Tabelle 16.

Temperatur 100° C. — Einwirkungsdauer 10 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Glyzerin + 10% Sagrotan	kein Wachstum
Bakterium coli	„ „ „	kein Wachstum
Heubazillen	„ „ „	Wachstumshemmung

Tabelle 17.

Temperatur 120° C. — Einwirkungsdauer 10 Minuten.

Testobjekte:	Sterilisationsmittel:	Ergebnis:
Staphylokokken	Glyzerin + 10% Sagrotan	kein Wachstum
Bakterium coli	„ „ „	kein Wachstum
Heubazillen	„ „ „	kein Wachstum

Bei der Ölsterilisation haben wir eine große Unannehmlichkeit, nämlich, daß das Öl, das bei der Anwendung der Instrumente ausläuft, das Arbeitsfeld verschmutzt. Nach Rydmark ist dieses Öl sehr leicht durch Zentrifugieren zu entfernen. Rydmark hat einen besonderen Apparat zu diesem Zweck konstruiert. Während das Öl noch warm ist, werden die Instrumente mit einer Zange aus dem Ölbad herausgenommen und zentrifugiert. Die so behandelten Stücke enthalten noch genügend Öl, um einen reibungslosen und ruhigen Lauf zu gewährleisten und sind dazu absolut sauber.

Es sind viele Stimmen laut geworden, die eine Entkeimung der rotierenden zahnärztlichen Instrumente durch das Ölbad ablehnen. Türkheim gibt zu, daß auf diese Weise eine Sterilisation erreicht wird, aber er kann aus eigener Erfahrung berichten, wie der feine Mechanismus sich durch das heiße Öl und durch die eintrocknenden Speichelreste festsetzt, wie also die rotierenden Maschinenteile der Hand- und Winkelstücke geschädigt werden.

Immer größere Aufmerksamkeit wurde dem Problem einer einwandfreien Sterilisation der im täglichen Gebrauch so oft be-

nutzten Bohrmaschinenteile gezollt. Denn es galt ja nicht nur eine absolute Sterilität zu erreichen, sondern der Mechanismus und die Funktionsfähigkeit der Stücke durfte durch den Sterilisationsvorgang in keiner Weise beeinträchtigt werden. Man schuf

Schutzhülsen für die Hand- und Winkelstücke,

wie sie von Kieffer angegeben worden sind; aber auch sie stellen nur eine Teillösung in dem Problem dar. Diese Hülsen, die durch Kochen oder Heißluft leicht zu entkeimen sind, können schnell ausgewechselt werden, haben aber den Nachteil, daß sie das Instrument nur im unteren Teil bedecken. Hierzu kommt noch, daß die inneren Teile der Instrumente durch die Bohreröffnung der Schutzhülse hindurch infiziert werden und die im Innern nun lebenden Keime für den Patienten genau wie bei der Behandlung ohne Hülse, die Gefahr der Infektion in sich bergen. Diese mechanischen Schutzvorrichtungen, wie sie die Hülsen dartun, bedeuten aber zudem noch eine Erschwerung der Praxisführung; denn bei Winkelstücken muß vor jedem Bohrer-Wechsel zuerst die Hülse abgenommen werden. Auch die von Türkheim angegebene Methode sei hier erwähnt:

Das Abbrennen der Hand- und Winkelstücke.

Türkheim suchte nach einem einfachen, zuverlässigen und billigen Sterilisatiosmittel, um die Oberfläche der eben beschriebenen Instrumente zu entkeimen. Dabei kam er auf den Gedanken, Brennspiritus zu verwenden. Er sagte, Alkohol wirke an sich schon bakterizid, durch die Denaturierung mittels Pyridin werde diese Wirkung noch verstärkt. Eine Sterilität werde erreicht, wenn die Instrumente nach dem Einreiben mit Spiritus in der Flamme abgebrannt würden. Wenn auch bei diesem Verfahren eine sterile Oberfläche der fraglichen Instrumente erreicht würde, müßte das Innere unbeeinflußt, also infektiös bleiben. Aber nicht einmal das erstere tritt ein, denn wir sahen vorhin, daß das Abbrennen mit Spiritus keine Keimfreiheit bewirken kann. Siehe Tabelle 8! Wir können also mit der von Türkheim angegebenen Methode keine sterile Oberfläche der Hand- und Winkelstücke, erst recht nicht eine Sterilität der inneren Maschinenteile erlangen. Im besten Falle kann mit dem Abbrennen die Oberfläche glatter

Instrumente z. B. Sonden sterilisiert werden. Ich habe auch den Versuch unternommen, wobei von vier mit Detritus gangränöser Zähne infizierten Sonden nur zwei steril wurden.

Ein anderes Sterilisationsverfahren, welches auch wie das vorhin beschriebene Abbrennen sich der trockenen Hitze bedient, ist die

Trocken-Sterilisation für die Hand- und Winkelstücke mit der trockenen Heißluft.

Über den Wert und die Anwendungsmöglichkeit dieser Methode wird noch lebhaft gestritten. Man lehnt die Trockensterilisation ab, weil die Instrumente ölfrei in den Sterilisator gebracht werden müssen, anderenfalls sei zu befürchten, daß das Öl entweder hart werde, oder verbrenne. Türkheims Bedenken gehen dahin, die im Innern des Instrumentes befindlichen Speichelreste würden bei der hohen Temperatur den ganzen Mechanismus zerstören. Diese Methode zur Erlangung der Sterilität der Hand- und Winkelstücke dürfte so lange noch in Wegfall kommen, bis wir ein Öl besitzen, das bei hohen Temperaturen nicht verharzt.

Es gab also genügend Gründe, nach geeigneteren Verfahren für die Sterilisation der Hand- und Winkelstücke zu suchen. Es lag nahe, das in der Medizin oft benutzte gasförmige Formaldehyd hierfür anzuwenden. Der große Vorteil, den diese Methode bieten könnte, mußte in die Augen fallen. Man würde die Instrumente in einen Behälter legen, der Formaldehydgas enthielte, und könnte sie nach kurzer Zeit steril, trocken und gebrauchsfertig herausnehmen. Aber in der Praxis wurden die Hoffnungen, die man in die Formaldehydsterilisation gesetzt hatte, nicht erfüllt. Schon im Jahre 1925 wurde ein Formalin-Trocken-Sterilisator herausgebracht, der im Auftrage von Prof. Proell durch von der Osten-Sacken auf seine Brauchbarkeit geprüft wurde. Osten-Sacken fand beim Abschluß seiner Versuche folgende Ergebnisse: „Nur unter außerordentlich leichten Versuchsbedingungen gelingt die Abtötung von Mikroorganismen, wie Staphylokokken, Diphtheriebazillen und den bekanntlich gegen Formaldehyd wenig widerstandsfähigen Milzbrandsporen.

Tuberkelbazillen können durch die in Rede stehende Versuchsanordnung, selbst wenn sie in breiter Oberfläche der Einwirkung der Formaldehyddämpfe ausgesetzt werden, nicht abgetötet werden. Der Apparat ist daher für eine zuverlässige Desinfektion nicht zu empfehlen."

Das ist ein Ergebnis, dem nichts mehr hinzuzufügen ist. Neuerdings wurden wieder über die Brauchbarkeit von Formaldehyd zur „Trocken-Sterilisation" von Klar experimentelle Versuche angestellt, die zeigten, daß am Patienten benutzte Bohrer und Nadeln, von Hand- und Winkelstücken ganz zu schweigen, in einer Zeit von 48 Stunden noch nicht desinfiziert wurden. Wir wissen, daß das Formalin als Aldehyd seine chemische Wirkung nur in einem feuchten Medium, nicht aber in trockenem Zustande entfalten kann. Das trockene Gas vermag, wie beide Versuche zeigten, nicht sehr widerstandsfähige Bakterien nicht zu vernichten. Es ist demnach Wasser oder Wasserdampf zur Wirkung des Formaldehyd dringend erforderlich. In die feuchten Formaldehyddämpfe dürfen wir aber unsere Instrumente wegen der Rostgefahr nicht bringen. Das Verfahren in einem luftdicht verschlossenen Raum mittels Formalin Hand- und Winkelstücke wie überhaupt zahnärztliche Instrumente zu „sterilisieren", muß daher als unbrauchbar abgelehnt werden. Von einer Sterilisation kann keine Rede sein, da nicht einmal die vegetativen Formen der Bakterien abgetötet werden.

Lütchens versuchte durch Verwendung des strömenden Dampfes eine Sterilität zu erreichen. Seine Versuche führte er in einem Dampftopf aus, in dem die Instrumente aufgehangen waren. Bei den bakteriologischen Feststellungen ergab eine Einwirkungsdauer des Dampfes von 4—5 Minuten auf die auf natürlichem Wege infizierten Instrumente eine Abtötung der vegetativen Formen. Nach den Angaben von Lütchens werden in dieser Zeit widerstandsfähige Sporen nicht abgetötet. Wir sind also nicht berechtigt von einer Sterilisation zu sprechen, sondern nur von einer Desinfektion, d. h. von einer Befreiung pathogener Keime. Bei diesem Verfahren kommt das Nachölen der Instrumente in Wegfell, da das Öl bei der Dampfeinwirkung nicht entfernt wird.

Wir haben an anderer Stelle gesehen, daß der 100gradige Dampf nur die Lebensformen der Bakterien abtötet, daß zur Vernichtung der Sporen 120gradiger Dampf wenigstens 10 Minuten einwirken muß. Wenn wir also die Methode, die Lütchens angibt, dahin erweitern, daß wir anstelle des Wasserdampfes von 100° C solchen von 120° C benutzen, so können wir mit dem von ihm vorgeschlagenen Verfahren eine volle Sterilität der Hand- und Winkelstücke erreichen.

Zusammenfassung.

Zweck der Arbeit war, die im zahnärztlichen Schrifttum angegebenen Methoden zur Sterilisierung der Instrumente, auf ihre Brauchbarkeit, Wirtschaftlichkeit und die Gewähr einer vollkommenen Sterilität zu untersuchen. Wir haben gesehen, daß der physikalische Faktor, dem heutzutage in der gesamten Sterilisationspraxis die stärkste keimschädigende Wirkung zukommt, die Einwirkung der Hitze ist. Fassen wir am Schluß die gefundenen Resultate zusammen, so ergibt sich:

I. Für die Sterilisation der großen zahnärztlichen Instrumente stehen uns heute zur Verfügung:
   1. Das Auskochen in 120gradigem Wasser oder das Einbringen in Wasserdampf von gleicher Temperatur.
   2. Die Trockensterilisation durch bewegte oder unbewegte Heißluft.
      Besondere Verfahren sind zur Sterilisierung der Skalpells und der Hand- und Winkelstücke angezeigt.
   3. Für die Skalpells kommt nur eine Entkeimung im „Negativator“ oder im Heißluft-Trockensterilisator in Betracht.
   4. Die Hand- und Winkelstücke werden sterilisiert in Glyzerin + Sagrotanzusatz oder in Wasserdampf von 120° C.

II. Für die Erreichung der Sterilität der kleinen zahnärztlichen Instrumente kommen heute in Frage:
   1. Die Trockensterilisation mit bewegter oder unbewegter Heißluft.
   2. Die Flahertymethode.

3. Der Elektro-Kugelsterilisator.
4. Der erhitzte Quarzsand.
5. Speziell für die Entkeimung der Bohrer die Kaltsterilisation nach Agussol.

Näheres hierüber ist aus Tabelle 18, die meine Versuchsergebnisse schematisch zusammenfaßt, ersichtlich. Es sind in dieser Tabelle die Zeiten angegeben, die zur Erreichung der absoluten Sterilität, d. h. bis zur Vernichtung der Sporen benötigt werden.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich nicht versäumen, Herrn Prof. Dr. Proell für die liebenswürdige Überlassung des Themas und die bereitwillige Unterstützung, die er mir bei der Durchführung der Arbeit zuteil werden ließ, meinen tiefgefühlten Dank auszudrücken.

Tabelle 18.

Sterilisationsmittel:	Temperatur	1''	2''	5''	20''	1'	2'	3'	5'	10'	15'	20'	25'	30'
Wasser mit Sodazusatz	102° C	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
" " "	102° C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+WH		
1%ige NaOH-Lösung	100° C	+	+	+	+	+	+	+	+	—				
Wasser mit Sodazusatz	120° C	+	+	+	+	+	+	+	+	—				
Wasserdampf	100° C	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
"	100° C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+WH		
"	120° C	+	+	+	+	+	+	+	+	—				
Abbrennen mit Spiritus		+	+											
Ruhende Heißluft	160° C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
" "	180° C	+	+	+	+	+	+	+	+	—				
Bewegte Heißluft	170° C	+	+	+	+	+	+	+	—					
" "	180° C	+	+	+	+	+	+	—						
Kugelsterilisator	230° C	+	+	+	—									
Flüssiges Metall (Flaherty)	220° C	+	—											
Erhitzter Quarzsand	140° C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—			
" "	200° C	+	+	+	+	—								
Glyzerin	120° C	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
"	120° C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
" + 10% Sagrotanzusatz	100° C	+	+	+	+	+	+	+	+	+WH				
" " "	120° C	+	+	+	+	+	+	+	+	—				

+ bedeutet Wachstum; — bedeutet Sterilität; WH bedeutet Wachstumshemmung.

Literaturverzeichnis.

v. Baeyer: Sterilisation der Operationsmesser. Ztrbl. f. Chirurg. 1933 S. 1349.

Breinl u. Hofmann: Über die Sterilisationsleistung bewegter Heißluft. Arch. f. Hyg. u. Bakteriol. 1935. S. 305.

Böhnheim: Ein Beitrag zur Sterilisierung in leicht schmelzbaren Metallen. Z. R. 1927. S. 290.

Busch: Ergebnisse bakteriologischer Untersuchungen der Kaltsterilisation nach Agussol. 1933.

Dechow: Vergleichende Untersuchungen über die bakterizide Wirkung einiger Desinfektionsmittel sowie über deren Einfluß auf Instrumente in der konservierenden Zahnheilkunde. Diss. Greifswald 1931.

Dirska: Ein Beitrag zur Lösung der Sterilisationsfrage komplizierter zahnärztlicher Instrumente. Ztrbl. f. Bakteriol. Orig. Bd. 87. S. 387.

Dobkowsky: Betrag zur Desinfektion in der Zahnheilkunde. Z. R. 1931. S. 993.

v. Eiselsberg: Lehrbuch der Chirurgie. B. I.

Hanne: Prüfung eines Kugelsterilisators. Z. R. 1934. S. 1159.

Japp: Experimentelle Untersuchungen über die Sterilisation der Nervnadeln unter besonderer Berücksichtigung der Trockensterilisation. Z. R. 1934. S. 998.

Kirchner-Schubert: Operationslehre. Erster Allgemeiner Teil.

Kirchner-Nordmann: Die Chirurgie. I. Bd. 1926.

Kirchner: Wandlungen in der Asepsis des Operationsapparates. Der Chirurg. 1930. S. 337.

Klar: Versuche über die Brauchbarkeit von Formaldehyd zur Trockensterilisation zahnärztlicher Instrumente. Diss. Breslau 1933.

Kollath: Bemerkungen zur Desinfektion und Sterilisation in der zahnärztlichen Praxis. D. Z. W. 1935. S. 143.

Konrich u. Cohn: Zur Instrumentensterilisierung. Arch. f. klin. Chirurgie. 1931. S. 626.

Konrich: „Sterilisieren" wir unsere Instrumente. Deutsche Med. Wochenschr. 1932. S. 740.

Lexer: Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie. Bd. I. 1934.

Lütchens: Experimentelle Beiträge zur Frage der Sterilisation zahnärztlicher Instrumente. Die Sterilisation von Hand- und Winkelstücken in strömendem Dampf. Diss. Kiel 1932.

Lutsch: Die Sterilisation der Hand- und Winkelstücke. Z. R. 1934. S. 1939.

Moeser: Trockensterilisation mit heißem Sand. Z. R. 1925. S. 361.

Mündel: Ein neuer Instrumentensterilisator. Der Chirur. 1933 S. 369.

Neff: Versuche mit dem verbesserten Flaherty-Schnellsterilisator. Diss. Tübingen 1931.

v. d. Osten-Sacken: Versuche mit einem Formalin-Trockensterilisator. Z. R. 1925. S. 341.

Reinhardt: Über die Wirksamkeit des Heißluft-Trockensterilisators „Wiska". Diss. Kiel 1934.
Reinmöller: Instrumentenkunde: Aseptik und Antiseptik Fortschrittl. Zahnhlkd. 1926 S. 91 und 1925 S. 362.
Rosenthal: Sterilisation der Spritzen und Hohlnadeln. Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferhlkd. Bd. I. S. 359.
Rydmark: Sterilisierung von Hand- und Winkelstücken. Z. R. 1933 S. 1253.
Scherbel: Mikroskopische Untersuchungen zur Flahertyschen Schnell-Sterilisation. Z. R. 1928. S. 1307.
Türkheim: Desinfektionsversuche an Hand- und Winkelstücken. Z. R. 1931 S. 988.

Lebenslauf.

Am 17. April 1909 wurde ich, Benno, Norbert, Karl Maria Ringling, in Trier geboren. Ich besuchte das Schiller-Gymnasium in Köln-Ehrenfeld, wo ich im Frühjahr 1928 die Reifeprüfung bestand. Bis zum Sommersemester 1932 studierte ich an der Kölner Universität Medizin, vom Wintersemester 1932/33 in Bonn Zahnheilkunde, bestand dort im Frühjahr 1934 das zahnärztliche Physikum und am 29. Mai 1936 das zahnärztliche Staatsexamen. Gleichzeitig erhielt ich die Approbation als Zahnarzt.